

**LED illumination apparatus for colour system**

Patent Number: DE19624087  
Publication date: 1997-12-18  
Inventor(s): PIMPL WENDELIN (DE)  
Applicant(s): PIMPL WENDELIN (DE)  
Requested Patent: ☐ DE19624087  
Application Number: DE19961024087 19960617  
Priority Number(s): DE19961024087 19960617  
IPC Classification: H05B33/00; H01L33/00; F21S1/00; F21M7/00; F21S5/00; F21Q3/00; B62J6/00; G03B15/02  
EC Classification: B60Q1/26L  
Equivalents:

---

**Abstract**

The apparatus includes several punctiform light sources and a holder. The sources are formed by LEDs, each radiating light in a preferred direction. The LEDs are held in a preset spatial arrangement by a holder, which secures that at least two LEDs radiate the light in different directions. An optical device changes the characteristic of the light radiated by the LEDs. It contains a light directioning device for the LED light, using preferably reflection for light directioning in a preset direction. The optical device may comprise a mixer for mixing the colour of the radiated light by diffuse transmission.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 196 24 087 A 1

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 05 B 33/00  
H 01 L 33/00  
F 21 S 1/00  
F 21 M 7/00  
F 21 S 5/00  
F 21 Q 3/00  
B 62 J 6/00  
G 03 B 15/02

21 Aktenzeichen: 196 24 087.5  
22 Anmeldetag: 17. 6. 96  
43 Offenlegungstag: 18. 12. 97

DE 196 24 087 A 1

- 71 Anmelder:  
Pimpl, Wendelin, 85764 Oberschleißheim, DE
- 74 Vertreter:  
Wallinger, M., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., Pat.-Anw., 80331 München
- 72 Erfinder:  
gleich Anmelder

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

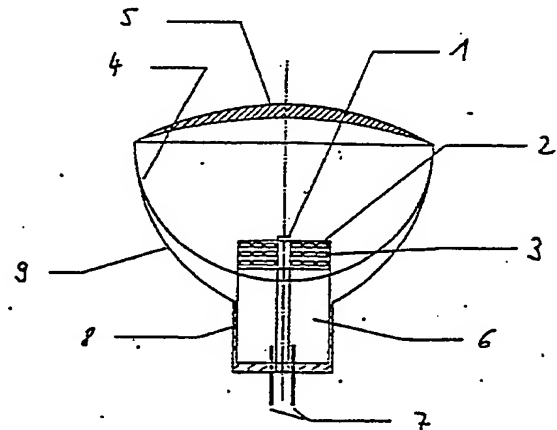
DE 34 38 154 C2  
DE 43 21 823 A1  
DE 43 11 937 A1  
DE 39 29 477 A1  
DE 94 14 689 U1  
DE 94 14 689 U1  
DE 94 14 688 U1  
DE 93 03 327 U1

DE 92 08 859 U1  
DE 89 02 905 U1  
DE 82 33 195 U1  
FR 26 28 823 A1  
US 54 36 535

THIELE, Peter: Was die hellste Leuchtdiode der Welt leistet. In: F & M, Bd. 103, 1995, H. 1-2, S. 63-66;  
MÖLLMER, Frank, WAITL, Günter: SIEMENS SMT-TOPLED für die Oberflächenmontage. In: Siemens Components 29, 1991, H. 5, S. 193-196;

54 Beleuchtungsvorrichtung

- 57 Die Erfindung schafft eine Beleuchtungsvorrichtung mit einer Mehrzahl von im wesentlichen punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen, die jeweils Licht in einer bevorzugten Richtung abstrahlen, einer Halteeinrichtung, um diese punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen in einer im wesentlichen vorgegebenen räumlichen Zuordnung zueinander zu halten, wobei diese räumliche Zuordnung derart gewählt ist, daß wenigstens zwei dieser punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in unterschiedliche Richtungen abstrahlen, und einer optischen Einrichtung, welche die Charakteristik des von diesen punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen abgestrahlten Lichts verändert. Die erfindungsgemäße Beleuchtungsvorrichtung kann Licht mit höherer Strahlleistung und/oder breitbandigeres Licht erzeugen.



DE 196 24 087 A 1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Beleuchtungsanordnung und insbesondere eine Beleuchtungsanordnung mit einer Mehrzahl von im wesentlichen punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen, die jeweils Licht in einer bevorzugten Richtung abstrahlen.

Des weiteren betrifft die vorliegende Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung, ein Verfahren zum Betreiben der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung und ein Farblichtsystem mit der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung.

Obwohl sich die nachfolgende Beschreibung auf Leuchtdioden (LEDs) beschränkt, können jegliche punktförmigen Lichtquellen zum Aufbau der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung verwendet werden, insbesondere andere punktförmige Halbleiterlichtquellen, wie z. B. Halbleiterlaser oder weitere Halbleiteranordnungen, die Lumineszenzeffekte aufweisen, wie beispielsweise die jüngst bekannt gewordenen Anordnungen aus amorphem Silizium.

Leuchtdioden, welche auch als Lumineszenzdioden bezeichnet werden, sind als optoelektronisches Halbleiterbauelement verwendete pn-Dioden, bei denen am pn-Übergang Elektrolumineszenz auftritt. Dabei handelt es sich in den meisten Fällen um sichtbares Licht bzw. Infrarotlicht.

Fig. 18 zeigt drei typische geometrische Formen A, B und C von Leuchtdioden nach dem Stand der Technik, die üblicherweise in Epitaxieverfahren hergestellt werden.

Die Form A in Fig. 18 ist eine Schichtanordnung aus einer p-GaAs-Schicht 101 und einer n-GaAs-Schicht 102, auf deren Ober- und Unterseite Kontakte 103 angebracht sind. Der Kontakt auf der Oberseite weist im Mittelbereich eine Öffnung auf, welche den Lichtstrahl in Richtung des Pfeils austreten läßt.

Die Form B in Fig. 18 ist eine der Form A ähnliche Schichtanordnung, bei der zusätzlich eine n-GaAs-Kugel 102 auf der Lichtstrahlaustrittsöffnung vorgesehen ist. Diese zusätzliche n-GaAs-Kugel 102 dient zur Fokussierung des in Richtung des Pfeils emittierten Lichts.

Die Form C in Fig. 18 ist eine der Form A ähnliche Schichtanordnung, bei der der Kontakt auf der Oberseite keine Öffnung aufweist und dementsprechend der Lichtstrahl seitlich in Richtung des Pfeils austritt.

Die Leuchtdiode wird beim Betrieb in Durchlaßrichtung vorgespannt, so daß die Ladungsträgerkonzentrationen größer als die Gleichgewichtskonzentrationen sind. Die bei der auftretenden Rekombination freiwerdende Energie wird in Form von Licht abgestrahlt.

Leuchtdioden gibt es in verschiedenen Farben, und zwar insbesondere in Infrarot, Rot, Orange, Gelb, Grün und Blau.

Es ist auch möglich, das von einer Leuchtdiode emittierte Licht farblich zu ändern, indem man dieses Licht zur Anregung einer photolumineszierenden Substanz verwendet. So kann man z. B. von GaAs-Leuchtdioden emittiertes Infrarotlicht in grünes Licht verwandeln. Dabei ist die Leuchtdiode vorteilhafterweise unmittelbar mit der photolumineszierenden Substanz überzogen.

Eine spezielle Modifikation der Leuchtdiode ist der Halbleiterlaser, bei dem Rekombinationseffekte nach vorheriger Überbesetzung des Leitungsbandes stimuliert werden.

Leuchtdioden werden beispielsweise als Anzeigebaulemente und als Bestandteile integrierter Festkörperlaser bezeichnet. Halbleiterlaser finden in Laserdisplays und vor allem in Laserdruckern ihre Anwendung. Bei allen diesen Anwendungen von bekannten Halbleiterlichtquellen steht ihre Eigenschaft als punktförmige Lichtquelle im Vordergrund.

Fig. 19 zeigt den typischen Aufbau einer Leuchtdiode in einem Plastikgehäuse als punktförmige Lichtquelle nach dem Stand der Technik.

In Fig. 19 bezeichnen Bezugszeichen 104 einen Anodenanschluß, 105 einen Kathodenanschluß, 106 einen Anschlußdraht, 107 einen Leuchtdiodenchip mit beispielsweise der Form A von Fig. 18, 108 eine Reflektorwanne und 109 ein Plastikgehäuse.

In den letzten Jahren seit etwa 1990 hat die LED-Technik Fortschritte hin zu höherer Leuchteffizienz (Lumen/Watt) vor allem im Bereich sichtbarer Wellenlängen gemacht.

Im Vergleich mit herkömmlichen Lichtquellen, wie z. B. Glühlampen mit oder ohne Edelgasfüllung, erreichen sogenannte superhelle LEDs eine wesentlich höhere Leuchteffizienz. Diese superhellen LEDs gibt es auf dem Markt insbesondere in den Farben Rot, Gelb, Hellgrün, Grün und Blau. Entwicklungen superheller LEDs werden momentan für blaues bis grünes Licht mit GaN und für gelbes bis rotes Licht mit AlInGaP intensiv betrieben.

Die Strahlleistung einer einzelnen LED ist jedoch begrenzt, und als Obergrenze lassen sich einige Watt angeben. Außerdem strahlen LEDs nur Licht in einem relativ schmalen Wellenlängenbereich ab, d. h. mit einer LED kann nur annähernd monochromatisches Licht mit relativ geringer Strahlleistung erzeugt werden.

Aus der DE-OS 23 15 709 ist eine Strahlung abgebende ebene Halbleiteranordnung mit hoher Strahlleistung bekannt. Diese bekannte Halbleiteranordnung weist einen Gehäusesockel, der zumindest an der der Halbleiteranordnung zugewandten Oberflächenseite isolierend ist, sowie eine strahlungsdurchlässige, die Halbleiteranordnung bedeckende Kunststofflinse auf. Auf dem Gehäusesockel ist eine größere Anzahl von Strahlung abgebenden Halbleiterbauelementen angeordnet, die entweder sämtlich hintereinander oder parallel zueinander geschaltet sind.

Aus der EP-A-0 390 479 ist eine LED-Clustereinheit für eine Anzeigeeinrichtung bekannt. Diese bekannte LED-Clustereinheit enthält eine Matrixanordnung von LEDs auf einer Platine, auf deren Rückseite Steckverbindungen angebracht sind. Auf der Abstrahlseite der LEDs ist eine röhrenförmige Abschirmungseinrichtung vorgesehen, um die LED-Cluster vor seitlich einfallendem Licht abzuschirmen, damit der Betrachter ein scharfes Bild von dem LED-Cluster wahrnehmen kann. Weiterhin soll die Abschirmungseinrichtung die LED-Cluster vor Verschmutzung und Beschädigung schützen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine verbesserte Beleuchtungsvorrichtung zu schaffen, welche Licht mit höherer Strahlleistung und/oder breitbandigeres Licht erzeugen kann.

Erfindungsgemäß wird die obige Aufgabe durch den Gegenstand des Anspruchs 1 gelöst.

Weiterhin sieht die vorliegende Erfindung die Verwendung der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 45 bis 48, 50 bis 53 und 55 vor.

Zusätzlich schafft die vorliegende Erfindung ein Verfahren zum Betreiben erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung gemäß Anspruch 56.

Ferner liefert die vorliegende Erfindung ein Farblichtsystem mit der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 57.

Zu bevorzugende Weiterbildungen sind Gegenstand der jeweiligen Unteransprüche.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, eine Licht mit höherer Strahlleistung und/oder breitbandigeres Licht erzeugende Beleuchtungsvorrichtung aus mehreren punktförmigen Lichtquellen dadurch zu schaffen, daß die punktförmigen Lichtquellen ihr Licht in mindestens zwei unterschiedliche Richtungen abstrahlen, und dieses abgestrahlte Licht effizient gerichtet und/oder farblich gemischt wird. Dadurch können weitaus höhere optische Wirkungsgrade (Lumen/Watt), auch als Leuchteffizienz bezeichnet, als bei den oben genannten üblichen Beleuchtungsvorrichtungen erzielt werden.

Besonders vorteilhaft an der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung sind die hohe Lebensdauer, die hohe Leuchteffizienz, die geringe Temperaturerhöhung gegenüber der Umgebung, die Farboptimierbarkeit, die Modularität des abgestrahlten Lichts und die Einfachheit der Verpackung.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die begleitende Zeichnung näher beschrieben werden.

In der Zeichnung zeigen:

Fig. 1 eine Vorderansicht eines LED-Strahlers gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 eine Draufsicht des LED-Strahlers gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 3 eine Vorderansicht einer beispielhaften LED-Haltestruktur für die erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 4 eine Draufsicht der beispielhaften LED-Haltestruktur für die erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 5 bis 7 beispielhafte Anordnungen der LED-Strahlerplatten im LED-Strahler gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 8 eine Vorderansicht eines LED-Strahlrohrs gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 9 eine Draufsicht des LED-Strahlrohrs gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 10 bis 13 beispielhafte Anordnungen der LED-Strahlerplatten im LED-Strahlrohr gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 14 eine Vorderansicht eines LED-Strahlers gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei dem das LED-Strahlrohr gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform in einem Reflektor eingesetzt ist;

Fig. 15 eine Darstellung zur Flächenabschätzung für die Strahlerplatten der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung unter Verwendung von handelsüblichen LED-Chips;

Fig. 16 ein Farblichtelement eines Farblichtsystems gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einer Teilausschnittsvergrößerung der Draufsicht und des Querschnitts;

Fig. 17 ein elektrisches Blockschaltbild für das Farblichtsystem gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung;

Fig. 18 drei typische geometrische Formen A, B und C von Leuchtdioden nach dem Stand der Technik, die üblicherweise in Epitaxieverfahren hergestellt werden; und

Fig. 19 den typischen Aufbau einer Leuchtdiode in einem Plastikgehäuse als Punktlichtquelle nach dem Stand der Technik.

In den Figuren bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche Komponenten, wovon eine wiederholte Beschreibung unterlassen wird.

Fig. 1 zeigt eine Vorderansicht eines LED-Strahlers gemäß einer ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 bezeichnet Bezugszeichen 1 einen Strahlerplattenhalter, an dem eine oder mehrere Strahlerplatten 2 mit einer Vielzahl von darauf angebrachten LEDs 3 gehalten sind. Diese Anordnung befindet sich in einem Reflektor 4 zur homogenen Strahlmischung. Die LEDs 3 sind so in einer dreidimensionalen Anordnung auf der oder den Strahlerplatten 2 verteilt, daß das von ihnen emittierte Licht auf den Reflektor 4 auftrifft.

Der Reflektor 4 richtet das Licht der LEDs 3 zu seiner Austrittsöffnung, welche vorteilhafterweise eine lichtdurchlässige Abdeckung 5 aufweist.

Die LEDs 3 können gleiche oder unterschiedliche Wellenlängen aufweisen. Bei unterschiedlichen Wellenlängen der LEDs 3 kann durch entsprechende Ausgestaltung des Reflektors 4 als Diffusor zusätzlich eine homogene Farbmischung des Lichts mit unterschiedlichen Wellenlängen erreicht werden, um somit beispielsweise weißes Licht aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau zu erhalten. Entsprechend der Verteilung der verschiedenen Wellenlängen sind auch beliebige andere Farbmischungen denkbar.

Die lichtdurchlässige Abdeckung 5 kann vorteilhafterweise eine Sammellinse zur Bündelung oder eine Zerstreuungslinse zur Zerstreuung der Lichtstrahlung und zur Einstellung des Abstrahlwinkels enthalten.

Der Reflektor 4 ist seinerseits in einem Reflektorkörper 5 gehalten. Am Fuß des Reflektorkörpers 5 ist vorzugsweise ein Reglerplatinenteil 6 mit sich nach außerhalb des Reflektorkörpers 5 erstreckenden Stromzufuhrkontakten 7 in einer Vergußmasse 8 eingebettet.

Die gesamte Gestalt des LED-Strahlrohrs gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist somit ähnlich wie die eines üblichen Halogenstrahlers.

Die Stromzufuhr kann über einen Strom- oder Spannungsregler, einen Gleichrichter bei Wechselstromanschluß, eine Transientenschutzschaltung oder eine Impulsansteuerschaltung erfolgen. Sämtliche derartige Regel- oder Steuerschaltungen können entweder auf dem Reglerplatinenteil 6 integriert oder separat außerhalb des LED-Strahlers vorgesehen sein.

Werden die LEDs 3 mit Strom versorgt, so fällt das von ihnen emittierte Licht auf den Reflektor 4 und wird homogen auf die Austrittsöffnung gerichtet bzw. zusätzlich farblich gemischt und gebündelt, so daß für den Betrachter des vom LED-Strahler abgestrahlten Lichtstrahls nicht mehr erkennbar ist, daß das Licht ursprünglich von einzelnen punktförmigen Halbleiterlichtquellen, z. B. den LEDs 3, herrührt.

Es gibt zahlreiche Möglichkeiten, verschiedene Untergruppen der Vielzahl der LEDs 3 elektrisch so anzusteuern, daß unterschiedliche Helligkeits-, Farb- oder Leuchtfrequenz-Modulationseffekte erzielt werden können, auf die weiter unten detailliert eingegangen werden wird.

Auch können die einzelnen LEDs mechanisch durch eine entsprechende Einrichtung in ihrer Anordnung verstellbar sein, um derartige Modulationseffekte zu erhalten.

Der LED-Strahler mit der dreidimensionalen LED-Anordnung gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung strahlt Licht mit höherer Strahlleistung und/oder breitbandigeres Licht als die bekannten Vorrichtungen mit flächigen LED-Anordnungen ab, und das Erfordernis großer Abstrahlflächen für große Strahlleistungen ist somit beseitigt.

Die nachstehende Tabelle 1 zeigt eine Übersicht über für die einzelnen Komponenten des LED-Strahlers gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, der in Fig. 1 und 2 dargestellt ist, verwendbaren Materialien.

Tabelle 1: Materialien für die Komponenten des LED-Strahlers gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

Komponente	Material
Reflektorkörper 9	Kunststoffe, wie z.B. Plexiglas, Polycarbonat, Glas
Reflektor 4, Diffusor	aufgedampfte Metalle, reflektierender Lack
Abdeckung 5, Sammellinse	klare Kunststoffe, wie z.B. Plexiglas, Glas
Platinenhalter 12	Kunststoffe, Glas, Keramik (grüne Keramik ist gut bearbeitbar), Metalle
Platine 10	glasfaserverstärkter Kunststoff kupferbeschichtet (Surface-Mount-Technology), Keramik, z.B. $Al_2O_3$ (Dickschichttechnik), Glas mit Metallbeschichtung (Dünnschichttechnik)

Fig. 2 zeigt eine Draufsicht des LED-Strahlers gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Wie aus Fig. 2 erkennbar, befindet sich der Strahlerplattenhalter 1 bevorzugterweise an der Längsachse des Reflektors 4. Die Strahlerplatten 2 sind vorzugsweise eben und tragen an beiden zum Reflektor 4 gerichteten Wänden eine Vielzahl von LEDs 3, um so die dreidimensionale LED-Anordnung zu bilden.

Fig. 3 zeigt eine Vorderansicht einer beispielhaften LED-Haltestruktur für die erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die auf der Strahlerplatte 2 angebrachten LEDs 3 befinden sich ihrerseits auf handelsüblichen Platinen 10, worauf sie in Serienschaltung, Parallelschaltung oder einer Mischschaltung verschaltet sind. Die Platinen 10 sind mit der Regler-Elektronik und dem Anschluß-Platinenteil verbunden.

Fig. 4 zeigt eine Draufsicht der beispielhaften LED-Haltestruktur für die erste bevorzugte Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Wie aus Fig. 4 ersichtlich, besteht die Strahlerplatte 2 bevorzugterweise aus einem plattenförmigen Platinenhalter 12, an dem beidseitig Platinen 10 mit den LEDs 3 mittels einer geeigneten Klebmasse 13 befestigt sind. Der

plattenförmige Platinenhalter 12 ist seinerseits mit dem Strahlerplattenhalter 1 auf eine geeignete Art und Weise, beispielsweise durch im Strahlerplattenhalter 1 vorgesehene Steckschlitz, verbunden.

Auch der Reglerplatinenteil 6 kann genauso wie die Platinen 10 am plattenförmigen Platinenhalter 12 angebracht sein.

Die Fig. 5 bis 7 zeigen beispielhafte Anordnungen der LED-Strahlerplatten 2 im LED-Strahler gemäß der ersten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. 5

Die Anordnung gemäß Fig. 5 sieht zwei Strahlerplatten 2 mit jeweils zwei Platinen vor, welche in einem Winkel von  $180^\circ$  zueinander angeordnet sind. Berücksichtigt man, daß auch eine punktförmige Lichtquelle wie eine LED einen endlichen Strahlwinkel aufweist, so ermöglicht bereits diese einfache Anordnung, nahezu die gesamte Innenoberfläche des Reflektors 4 auszuleuchten. Allerdings ist die so erzielbare Strahlleistung des LED-Strahlers noch relativ gering. 10

Die Anordnung gemäß Fig. 6 sieht drei Strahlerplatten 2 mit jeweils zwei Platinen vor, welche in einem Winkel von  $120^\circ$  zueinander angeordnet sind. Eine derartige Anordnung bietet eine höhere Strahlleistung, denn hierbei wird die Innenoberfläche des Reflektors 4 stärker ausgeleuchtet.

Eine noch stärkere Ausleuchtung bietet die Anordnung gemäß Fig. 7, die vier Strahlerplatten 2 mit jeweils zwei Platinen vorsieht, welche in einem Winkel von  $90^\circ$  zueinander angeordnet sind. 15

Die Ausleuchtung läßt sich durch entsprechende Verkleinerung des Winkels zwischen den einzelnen Strahlerplatten 2 weiter steigern, doch muß man darauf achten, daß bei immer kleineren Winkeln störende optische und thermische Wechselwirkungen zwischen den einzelnen LEDs auftreten können.

Fig. 8 zeigt eine Vorderansicht eines LED-Strahlrohrs gemäß einer zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. 20

In Fig. 8 bezeichnet Bezugszeichen 20 eine Platine mit einer Vielzahl von darauf angebrachten LEDs 3. Mehrere Platinen 20 mit den LEDs 3 sind so in einer dreidimensionalen Anordnung, die von einem Hüllrohr 24 umgeben ist, vorgesehen, daß das von ihnen emittierte Licht auf das Hüllrohr 24 auftrifft. Das Hüllrohr 24 läßt das Licht der LEDs 3 durch seinen lichtdurchlässigen Austrittsbereich nach außen durchtreten. 25

Vorteilhafterweise ist das Hüllrohr 24 zylinderförmig, und der Austrittsbereich verläuft ringsum auf dem Zylindermantel. Axial oberhalb und unterhalb der Platinen 20 ist bei dieser Anordnung vorzugsweise jeweils eine Reflektorscheibe 25 vorgesehen, die das Licht der LEDs 3 zum Austrittsbereich des Hüllrohrs 24 richtet.

Die LEDs 3 können gleiche oder unterschiedliche Wellenlängen aufweisen. Bei unterschiedlichen Wellenlängen der LEDs 3 kann durch entsprechende Ausgestaltung des Hüllrohrs 24 als Diffusor zusätzlich eine homogene Farbmischung des Lichts mit unterschiedlichen Wellenlängen erreicht werden, um somit beispielsweise weißes Licht aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau zu erhalten. Entsprechend der Verteilung der verschiedenen Wellenlängen sind auch beliebige andere Farbmischungen denkbar. 30

Am oberen Ende des Hüllrohrs 24 ist vorzugsweise ein Hüllrohrdeckel vorgesehen, wobei die obere Reflektorscheibe 25 gleichzeitig diese Funktion übernehmen kann. 35

Am unteren Ende des Hüllrohrs 24 ist vorzugsweise ein Sockel 26 angebracht, der z. B. ein Schraub- oder Stecksockel ist. Im Sockel 26 ist vorzugsweise ein Reglerplatinenteil 27 mit sich zur Oberfläche des Sockels 26 erstreckenden Stromzufuhrkontakten 28 in einer Vergußmasse eingebettet.

Die gesamte Gestalt des LED-Strahlrohrs gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung ist somit ähnlich wie die einer üblichen Glühbirne. 40

Die elektrische Ansteuerung und mechanische Verstellung des LED-Strahlrohrs gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung können genauso wie bei der ersten Ausführungsform erfolgen.

Fig. 9 zeigt eine Draufsicht des LED-Strahlrohrs gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung. 45

Wie aus Fig. 9 ersichtlich, ist an der Rückseite der Platinen 20 mit den LEDs 3 ein Platinenhalter 29 vorgesehen. Im hier gezeigten Beispiel sind vier Platinen 20 mit zum Austrittsbereich des Hüllrohrs 24 weisenden LEDs 3 im Winkel von  $90^\circ$  zueinander am entlang der Längsachse des Hüllrohrs 24 verlaufenden Platinenhalter 29 angebracht.

Die nachstehende Tabelle 2 zeigt eine Übersicht über für die einzelnen Komponenten des LED-Strahlers gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, der in Fig. 8 und 9 dargestellt ist, verwendbaren Materialien. 50

Tabelle 2: Materialien für die Komponenten des LED-Strahlers gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung

Komponente	Material
Hüllrohrdeckel	Keramik, Glas, Metalle
Reflektorscheibe 25	aufgedampfte Metalle, reflektierender Lack
Hüllrohr 24, Diffusor	Plexiglas, Glas
Platinenhalter 29	Kunststoffe, Glas, Keramik (grüne Keramik ist gut bearbeitbar), Metalle
Platinen 20	GFK kupferbeschichtet (SMT), Keramik, z.B. $\text{Al}_2\text{O}_3$ (Dickschichttechnik), Glas mit Metallbeschichtung (Dünnschichttechnik)

Fig. 10 bis 13 zeigen beispielhafte Anordnungen der LED-Strahlerplatten im LED-Strahlrohr gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

Die Anordnung gemäß Fig. 10 sieht zwei Platinen 20 vor, welche in einem Winkel von  $180^\circ$  mit zueinander weisenden Rückseiten an einem flachen Platinenhalter 29 befestigt sind. Berücksichtigt man, daß auch eine punktförmige Lichtquelle wie eine LED einen endlichen Strahlwinkel aufweist, so ermöglicht bereits diese einfache Anordnung, nahezu die gesamte Innenoberfläche des Hüllrohrs 24 auszuleuchten. Allerdings ist die so erzielbare Strahlleistung des LED-Strahlers noch relativ gering.

Die Anordnung gemäß Fig. 11 sieht drei Platinen 20 vor, welche in einem Winkel von  $120^\circ$  mit zueinander weisenden Rückseiten an einem dreieckigen Platinenhalter 29 befestigt sind. Eine derartige Anordnung bietet eine höhere Strahlleistung, denn hierbei wird die Innenoberfläche des Hüllrohrs 24 stärker ausgeleuchtet.

Eine noch stärkere Ausleuchtung bietet die Anordnung gemäß Fig. 12, die vier Platinen 20 vorsieht, welche in einem Winkel von  $90^\circ$  mit zueinander weisenden Rückseiten an einem viereckigen Platinenhalter 29 befestigt sind.

Eine noch stärkere Ausleuchtung bietet die Anordnung gemäß Fig. 13, die acht Platinen 20 vorsieht, welche sternförmig mit zueinander weisenden Rückseiten an einem kreuzförmigen Platinenhalter 29 befestigt sind.

Ebenso wie bei der ersten Ausführungsform läßt sich die Ausleuchtung durch entsprechende Verkleinerung des Winkels zwischen den einzelnen Strahlerplatten 2 weiter steigern, doch muß man darauf achten, daß bei immer kleineren Winkeln störende optische und thermische Wechselwirkungen zwischen den einzelnen LEDs auftreten können.

Fig. 14 zeigt eine Vorderansicht eines LED-Strahlers gemäß einer dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung, bei dem das LED-Strahlrohr gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform, das in Fig. 8 und 9 dargestellt ist, in einen Reflektor eingesetzt ist.

In Fig. 14 bezeichnet Bezugszeichen 30 allgemein das LED-Strahlrohr gemäß der zweiten bevorzugten Ausführungsform, das in Fig. 8 und 9 dargestellt ist. Das LED-Strahlrohr 50, welches im gezeigten Beispiel vier quadratisch angeordnete Platinen mit LEDs enthält, ist in einen Reflektor 31 eingesetzt. Der Reflektor 31 weist dazu an seinem Fuß einen entsprechenden Reflektorkörper 32 auf, in den das LED-Strahlrohr 30 vorzugsweise eingeschraubt oder eingesteckt ist.

Wie bei der ersten Ausführungsform richtet der Reflektor 31 das Licht des LED-Strahlrohrs 30 zu seiner Austrittsöffnung, welche vorteilhafterweise eine lichtdurchlässige Abdeckung 33 aufweist.

Die lichtdurchlässige Abdeckung 33 kann vorteilhafterweise eine Sammellinse zur Bündelung oder eine Zerstreuungslinse zur Zerstreuung der Lichtstrahlung und zur Einstellung des Abstrahlwinkels enthalten.

Die Stromversorgung des LED-Strahlrohrs 30 erfolgt über Stromzufuhrkontakte 34 an der Unterseite des Reflektorkörpers 32.

Bei der dritten Ausführungsform gemäß Fig. 14 kann der Strahl nach dem Mischen der Farbkomponenten am Hüllrohr erneut ausgerichtet werden, was die Homogenität des Strahls noch weiter verbessert.

Die elektrische Ansteuerung und mechanische Verstellung des LED-Strahlrohrs gemäß der dritten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung kann genauso wie bei der ersten und zweiten Ausführungsform erfolgen.

Fig. 15 zeigt eine Darstellung zur Flächenabschätzung für die Strahlerplatten der erfindungsgemäßen Beleuchtungsvorrichtung unter Verwendung von handelsüblichen LED-Chips.

Unter Verwendung von handelsüblichen LED-Chips mit Abmessungen von größer  $0,5 \text{ mm} \times 0,5 \text{ mm}$  kann eine lineare Anordnung von drei LED-Chips (Nr. 1–3) mit zugehörigen Leiterbahnen auf einer Fläche von ca.  $8,50 \text{ mm} \times 4,55 \text{ mm}$  untergebracht werden.

Zwei derartige nebeneinanderliegende lineare Anordnungen von  $2 \times 3$  LED-Chips (Nr. 1–3 und 4–6) benötigen eine Fläche von ca.  $8,50 \text{ mm} \times 7,55 \text{ mm}$ , und drei derartige nebeneinanderliegende lineare Anordnungen

gen von 3 × 3 LED-Chips (Nr. 1—3, 4—6 und 7—9) benötigen eine Fläche von ca. 8,50 mm × 11,20 mm.

Je nach vorhandenem Platz können die Strahlerplatinen sowohl verbreitert als auch verlängert werden und die Strahlleistung erhöht werden. Allerdings wird man eine Erweiterung in der dritten Dimension, wenn möglich, vorziehen, um kein Einbußen an Kompaktheit hinnehmen zu müssen.

Die nachstehende Tabelle 3 zeigt Techniken zur Herstellung von Strahlerplatinen für verschiedene Bauformen von LEDs.

Tabelle 3: Techniken zur Herstellung von Strahlerplatinen für verschiedene Bauformen von LEDs

Bauform der LED	Herstellungstechnik
Chip-LED (nicht gekapselt)	Chip- and Wire-Technik (Kleben der Chips mit Leitleber und Anschließen mit Bondtechnik)
SM-Chip-LED und SM-Lampen (gekapselt)	Kupfer-SM-Technik und Dickschichttechnik auf Keramiksubstrat, Reflowlöt

Die überragenden Vorteile der erfindungsgemäßen Beleuchtungsanordnung gegenüber herkömmlichen Glühfadenlampen eröffnen ihr eine große Reihe von zukünftigen Einsatzmöglichkeiten.

Zu den Einsatzmöglichkeiten zählen insbesondere batteriegetriebene Leuchten, wie z. B. Taschenlampen, Studiostrahler (bisher Halogenstrahler), Scheinwerfer oder sonstige Leuchten von Kraftfahrzeugen und Fahrrädern, UV- und Infrarot-Leuchten.

Des weiteren sind auch Verwendungen als gepulste Leuchten für Blaulicht, Gelblicht etc. von Einsatzfahrzeugen und für Blitzlampen in der Phototechnik oder Stroboskopie denkbar.

Der Stand der Technik in der LED-Herstellung und insbesondere die günstige Preisentwicklung von roten, gelben, grünen und blauen LEDs in Großserienherstellung lassen Anwendungen

- für den Einsatz im KFZ-Bereich als Brems- und Rücklicht oder Blinkerlicht;
- für den Einsatz im Straßenverkehr als Ampel- oder Warnlicht; und
- für den Einsatz in der optischen Datenspeichertechnik und Datenübertragungstechnik

als unmittelbar bevorstehend erscheinen.

Durch integrierte Steuerschaltungstechnik in Verbindung mit LEDs on Chip wird die Kombination LEDs plus Steuerelektronik zu höchster Baugruppenminiaturisierung führen und neue Maßstäbe in der Beleuchtungssystemtechnik setzen.

Beispielsweise eignet sich die erfindungsgemäße Beleuchtungsanordnung hervorragend als Bestandteil eines Farblichtsystems zur dynamischen Farblichtgestaltung in Räumen.

Fig. 16 zeigt ein Farblichtelement eines solchen Farblichtsystems gemäß einer vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung mit einer Teilausschnittsvergrößerung der Draufsicht und des Querschnitts.

Im gezeigten Beispiel sind der Strahlerplatinenhalter und die Strahlerplatinen in einem Keramikblock 40 mit viereckigem Querschnitt integriert, auf dessen vier Seitenflächen die LEDs 43 angebracht und die Leiterbahnen 45 für die Verbindungen aufgebracht sind.

Auf jeder Seitenfläche des Keramikblocks 40 ist eine Lochplatte 42 mit vorzugsweise runden Löchern derart angebracht, daß in den so entstehenden seitlichen Vertiefungen jeweils ein Rot-Grün-Blau-LED-Tripel, das mit R, G, B bezeichnet ist, eingesetzt ist. Die Vertiefungen können zum Schutz der sich darin befindlichen LEDs und Leiterbahnen mit einem transparenten Kunststoff 47 ausgegossen sein.

Die einzelnen LED-Chips sind elektrisch so angeschlossen, daß Rot, Grün und Blau getrennt anzusteuern sind, und zwar entweder für jedes LED-Tripel oder zumindest für alle farblich einander entsprechenden LEDs. Der so aufgebaute Rot-Grün-Blau-LED-Strahler braucht deshalb mindestens vier elektrische Anschlüsse, nämlich je einen für Rot, Grün, Blau und Masse.

Das Licht der angesteuerten LEDs fällt wie bei der ersten Ausführungsform auf einen den Keramikblock 40 mit den LEDs umgebenden Reflektor 44, welcher das Licht zu seiner vorzugsweise mit einer lichtdurchlässigen Abdeckung 45 versehenen Austrittsöffnung richtet.

Die lichtdurchlässige Abdeckung 45 kann vorteilhafterweise eine Sammellinse zur Bündelung oder eine Zerstreuungslinse zur Zerstreuung der Lichtstrahlung und zur Einstellung des Abstrahlwinkels enthalten.

Der Keramikblock 40 ragt in einen unterhalb des Reflektors 44 vorgesehenen Sockel 46, welcher mehrere Funktionen aufweisen kann.

Zunächst hält der Sockel 46 den so aufgebauten Rot-Grün-Blau-LED-Strahler, und weiterhin enthält er vorteilhafterweise die Elektronik des Farblichtelements, welche im Zusammenhang mit Fig. 17 weiter unten näher erläutert werden wird.

Die Teilausschnittsvergrößerung zeigt in einer Draufsicht und im Querschnitt die LED-Chip-Tripel Nr. 1, 2



und 3 und deren Leiterbahnen 45 in vergrößerter Darstellung. Die Dezimalzahlen in der Teilausschnittsvergrößerung geben typische Größenordnungen der LED-Chips, der Vertiefungen und der Dicke der Lochplatte in Millimetern wieder.

- o Fig. 17 zeigt ein elektrisches Blockschaltbild für das Farblichtsystem gemäß der vierten bevorzugten Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 17 ist der Sockel 46 mit seinen externen Signalleitungen, der in ihm beinhalteten Elektronik und dem darauf angebrachten Rot-Grün-Blau-LED-Strahler dargestellt. Zur Vereinfachung sei hier angenommen, daß alle farblich einander entsprechenden LEDs seriell geschaltet sind.

- Extern werden dem Sockel 46 beispielsweise eine Gleichstrom- und eine Wechselstrom-Versorgungsspannungsleitung 50 bzw. 51, eine Busleitung 52 zur Verbindung mit einer zentralen Prozessoreinheit, eine Infrarot-Steuerleitung 53 von einem daran angebrachten Infrarot-Empfänger zur separaten drahtlosen Umschaltung der Programme eines Farbprozessors 56 und eine Sensoranschlußleitung 54, z. B. für ein Mikrofon, zugeführt.

- Intern enthält der Sockel 46 einen Spannungswandler 55 für Wechselstromanschluß, den Farbprozessor 56, einen eingangsseitigen Analog-/Digital-Wandler 57 zum Umwandeln der Signale, die über die Sensoranschlußleitung 54 übermittelt werden, drei Digital-/Analog-Wandler 61, 62, 63 mit optionell drei sich daran anschließenden Stromtreibern 64, 65, 66 zur Ansteuerung der drei LED-Serienschaltungen entsprechend den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau.

Kernstück der sich im Sockel 46 befindlichen Elektronik ist der Farbprozessor 56. Er führt die Steuerung des R,G,B-LED-Strahlers mittels der ihm zugeführten Signale und seinen eigenen Programmen durch.

- Als Basissteuerfunktion erfolgt beispielsweise ein gepulster Strombetrieb mit auf die verwendeten LEDs optimiertem Tastverhältnis. Dies bewirkt, daß der optische Wirkungsgrad der LEDs gegenüber dem Dauerstrombetrieb verbessert wird und schützt sie außerdem vor Überlastung.

Der Basissteuerfunktion können unterschiedliche programmierbare Funktionen überlagert werden, und zwar beispielsweise

- einzelne LED-Farben Ein- und Ausschalten;
- Verändern der Pulsrate einer oder mehrerer LED-Serienschaltungen;
- zeitliche Helligkeits-, Farb- oder Frequenzmodulationen.

- Über die Busleitung 52 oder die Infrarot-Steuerleitung 53 können die im Farbprozessor gespeicherten Programme extern ein- und ausgeschaltet werden oder sogar modifiziert werden.

Die Sensorleitung 54 ermöglicht beispielsweise zeitliche Helligkeits-, Farb- oder Frequenzmodulationen in Abhängigkeit von durch das Mikrofon aufgenommenen Signalen (Lichtorgelprinzip).

- Die nachstehende Tabelle 4 listet einige steuerbare Funktionen des erfindungsgemäßen R, G, B-LED-Strahlers auf.

Tabelle 4: einige steuerbare Funktionen des erfindungsgemäßen R, G, B-LED-Strahlers

Funktion
feststehende R, G, B - Farben
feststehende Mischfarben aus R, G, B gemischt
langsam (fließend) sich ändernde Mischfarben aus R, G, B gemischt
schnell (abrupt) sich ändernde Mischfarben aus R, G, B gemischt
pulsierende R, G, B -Farben
pulsierende Mischfarben aus R, G, B gemischt
Wiederholung speziell gewählter Farben
veränderliche Helligkeit
durch externe Sensorsignale (z.B. Mikrofon) gesteuerte Modulation (z.B. Klang-/Farb-Zuordnung oder Lautstärken-Zuordnung)

- Einzelne R, G, B-LED-Strahler können mit unterschiedlichen Ansteuerungsmöglichkeiten zu einem zentralgesteuerten Farblichtsystem zusammengefaßt werden. Dabei können den einzelnen R, G, B-LED-Strahlern spezielle Funktionen im System zugeordnet werden. Die Steuerung kann extern sowohl über die Busleitung als über eine Fernbedienung erfolgen.

Vorzugsweise werden über die Busleitung Programmbefehle des Zentralprozessors an die einzelnen R, G, B-LED-Strahler übermittelt, und mit der Fernbedienung werden einzelne Funktionen bestimmter Farbprozessoren aktiviert oder deaktiviert.

Ein solches Farblichtsystem läßt vielseitige Verwendungsmöglichkeiten erkennen, denn jeder R, G, B-LED-Strahler ist eine komplette Funktionseinheit.

Bespielsweise können mit dem erfindungsgemäßen elektronischen, prozessorgesteuerten Farblichtsystem ohne zusätzlichen mechanischen Aufwand Objekte in Räumen oder Räume an sich in den verschiedensten Arten angestrahlt oder ausgeleuchtet werden.

Anwendungsmöglichkeiten finden sich insbesondere in

- Ausstellungsräumen für Kunstgegenstände, z. B. Bildergalerien oder Museen;
- Ausstellungsräumen für technische oder kommerzielle Gegenstände, z. B. Messen;
- technisch genutzten Räumen, z. B. Fotolabors; und
- in Studios und Wohnräumen zur individuellen Farblichtgestaltung.

Das erfindungsgemäße Farblichtsystem macht bisher verwendete aufwendige Farbfiltersteuerungen, welche bei den üblichen Farblichtsystemen, die Farblicht aus Weißlicht gewinnen, vollkommen überflüssig und trägt somit wesentlich zur Rationalisierung derartiger Systeme bei.

#### Patentansprüche

##### 1. Beleuchtungsvorrichtung mit:

- a) einer Mehrzahl von im wesentlichen punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen, die jeweils Licht in einer bevorzugten Richtung abstrahlen;
- b) einer Halteeinrichtung, um diese punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen in einer im wesentlichen vorgegebenen räumlichen Zuordnung zueinander zu halten, wobei diese räumliche Zuordnung derart gewählt ist, daß wenigstens zwei dieser punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in unterschiedliche Richtungen abstrahlen; und
- c) einer optischen Einrichtung, welche die Charakteristik des von diesen punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen abgestrahlten Lichts verändert.

2. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einrichtung eine Richteinrichtung enthält, die das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ausgestrahlte Licht in eine vorbestimmte Richtung richtet.

3. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Richteinrichtung das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ausgestrahlte Licht durch Reflexion in die vorbestimmte Richtung richtet.

4. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einrichtung eine Mischeinrichtung enthält, die das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ausgestrahlte Licht farblich mischt.

5. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischeinrichtung das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ausgestrahlte Licht durch diffuse Transmission mischt.

6. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Mischeinrichtung das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ausgestrahlte Licht durch diffuse Reflexion mischt.

7. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Bündelungseinrichtung zum Bündeln des durch die optische Einrichtung veränderten Lichts.

8. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Zerstreuungseinrichtung zum Zerstreuen des durch die optische Einrichtung veränderten Lichts.

9. Beleuchtungsvorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß jeweils eine Mehrzahl der punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in die gleiche Richtung abstrahlt.

10. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß eine jeweilige Mehrzahl von punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen, die ihr Licht in die gleiche Richtung abstrahlt, auf einer ebenen Platte angebracht ist.

11. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mehrzahl von ebenen Platten mit einer jeweiligen Mehrzahl von punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen vorgesehen ist.

12. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß eine Gruppe von zwei ebenen Platten vorgesehen ist, die so Rücken an Rücken an einem Träger angeordnet sind, daß die darauf angebrachten punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in zwei entgegengesetzte Richtungen abstrahlen.

13. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß mehrere winkelmäßig gegeneinander versetzte Gruppen von jeweils zwei ebenen Platten vorgesehen sind, wobei die zwei Platten einer Gruppe jeweils so Rücken an Rücken an einem Träger angeordnet sind, daß die darauf angebrachten punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in zwei entgegengesetzte Richtungen abstrahlen.

14. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Gruppen vorgesehen sind, die um 180° winkelmäßig gegeneinander versetzt sind.

15. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß drei Gruppen vorgesehen sind, die um 120° winkelmäßig gegeneinander versetzt sind.

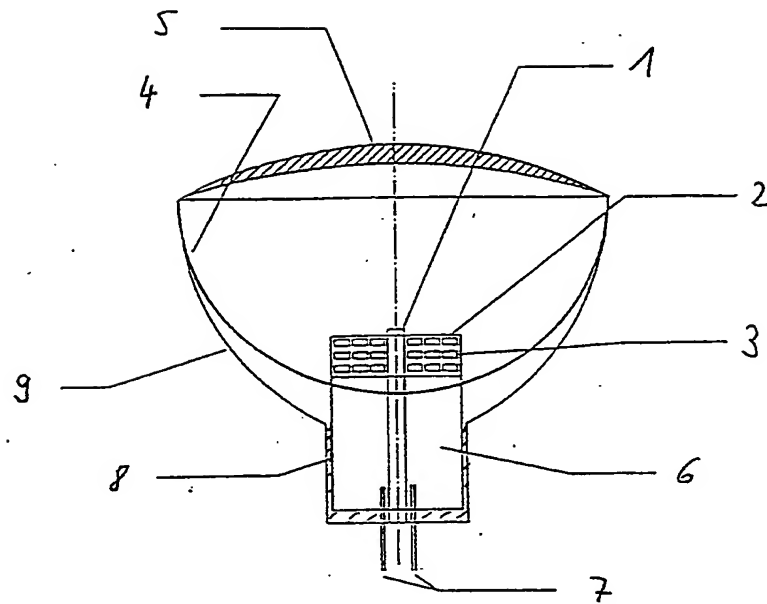
16. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß vier Gruppen vorgesehen sind, die um 90° winkelmäßig gegeneinander versetzt sind.

17. Beleuchtungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß n Gruppen vorgesehen sind, die um 360°/n winkelmäßig gegeneinander versetzt sind, wobei n eine natürliche Zahl größer als vier ist.

18. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß drei ebene Platten vorgesehen sind, die so an einem dreieckigen Träger angeordnet sind, daß die darauf angebrachten punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in eine von drei um  $120^\circ$  winkelmäßig versetzte Richtungen abstrahlen.
19. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß vier ebene Platten vorgesehen sind, die so an einem quadratischen Träger angeordnet sind, daß die darauf angebrachten punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in eine von vier um  $90^\circ$  winkelmäßig versetzte Richtungen abstrahlen.
20. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß acht ebene Platten vorgesehen sind, die so an einem sternförmigen Träger angeordnet sind, daß die darauf angebrachten punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen ihr Licht in eine von acht entsprechenden Richtungen abstrahlen.
21. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einrichtung eine Reflektoreinrichtung enthält, die das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen abgestrahlte Licht reflektiert.
22. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektoreinrichtung das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen abgestrahlte Licht diffus reflektiert.
23. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektoreinrichtung gekrümmt ist und die punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen innerhalb des konkaven Bereichs der Krümmung angeordnet sind.
24. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, daß die Bündelungseinrichtung oder Zerstreuungseinrichtung eine in der Abstrahlöffnung der Reflektoreinrichtung angebrachte Linseneinrichtung ist.
25. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, daß die Reflektoreinrichtung in einer Reflektorhalterung untergebracht ist.
26. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Regel- und/oder Steuerelektronik vorgesehen ist.
27. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, daß die Regel- und/oder Steuerelektronik in der Reflektorhalterung untergebracht ist.
28. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Regel- und/oder Steuerelektronik auf einer Platine befindet, die mit einer Vergußmasse vergossen ist.
29. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Platine über sich durch die Reflektorhalterung nach außen erstreckende Stromzufuhrkontakte mit einer Stromquelle verbindbar ist.
30. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Einrichtung eine lichtdurchlässige Hülleinrichtung enthält, die die punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen umgibt.
31. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtdurchlässige Hülleinrichtung das von den punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen abgestrahlte Licht diffus durchläßt.
32. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 30 oder 31, dadurch gekennzeichnet, daß die lichtdurchlässige Hülleinrichtung rohrförmig ist.
33. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, daß in der Hüllrohreinrichtung axial oberhalb und/oder axial unterhalb der punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen eine Reflektoreinrichtung vorgesehen ist.
34. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Seite der Hülleinrichtung ein Hüllrohrdeckel vorgesehen ist.
35. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 32 bis 34, dadurch gekennzeichnet, daß auf einer Seite der Hülleinrichtung eine Anschlußsockeleinrichtung vorgesehen ist.
36. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, daß die Regel- und/oder Steuerelektronik in der Anschlußsockeleinrichtung untergebracht ist.
37. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußsockeleinrichtung einen Schraubsockel enthält.
38. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 35 oder 36, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußsockeleinrichtung einen Stecksockel enthält.
39. Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 30 bis 38, dadurch gekennzeichnet, daß die Hülleinrichtung mit den von ihr umgebenden punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen in einer gekrümmten Reflektoreinrichtung innerhalb des konkaven Bereichs der Krümmung angebracht ist.
40. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, daß die Bündelungseinrichtung oder Zerstreuungseinrichtung eine an der Abstrahlöffnung der gekrümmten Reflektoreinrichtung angebrachte Linseneinrichtung ist.
41. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen Halbleiterlichtquellen sind.
42. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 41, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterlichtquellen Leuchtdioden umfassen.
43. Beleuchtungsanordnung nach Anspruch 41 oder 42, dadurch gekennzeichnet, daß die Halbleiterlichtquellen Halbleiterlaser umfassen.
44. Beleuchtungsanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Zuordnungs-Änderungseinrichtung zum Ändern der vorgegebenen räumlichen Zuordnung der punktförmigen Lichtquelleneinrichtungen.
45. Verwendung einer Beleuchtungsanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einer batteriegetriebenen Leuchte.

46. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einem Studiostrahler.  
 47. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einem Kraftfahrzeug.  
 48. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 an einem Fahrrad.  
 49. Verwendung nach Anspruch 47 oder 48 als Scheinwerfer, als Rücklicht, als Blinklicht, als Instrumentenlicht oder als Einsatzlicht. 5  
 50. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einer UV- oder Infrarot-Leuchte.  
 51. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einer Blitzleuchte.  
 52. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einer Stroboskopie-Leuchte. 10  
 53. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in einer Verkehrsleuchte.  
 54. Verwendung nach Anspruch 53 als Ampellicht oder als Warnlicht.  
 55. Verwendung einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 in der Datenspeichertechnik oder Datenübertragungstechnik. 15  
 56. Verfahren zum Betreiben einer Beleuchtungsvorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 44 mit mindestens einem der Schritte:  
   i) selektives elektrisches Ansteuern vorbestimmter punktförmiger Lichtquelleneinrichtungen zum Erzielen einer Helligkeitsmodulation;  
   ii) selektives elektrisches Ansteuern vorbestimmter punktförmiger Lichtquelleneinrichtungen zum Erzielen einer Farbmodulation; 20  
   iii) selektives elektrisches Ansteuern vorbestimmter punktförmiger Lichtquelleneinrichtungen zum Erzielen einer Leuchtfrequenzmodulation.  
 57. Farblichtsystm mit mindestens einer Beleuchtungsvorrichtung gemäß einem der Ansprüche 1 bis 44 und einer Steuerelektronik zum Ausführen mindestens einer der Funktionen: 25  
   i) selektives elektrisches Ansteuern vorbestimmter punktförmiger Lichtquelleneinrichtungen zum Erzielen einer Helligkeitsmodulation;  
   ii) selektives elektrisches Ansteuern vorbestimmter punktförmiger Lichtquelleneinrichtungen zum Erzielen einer Farbmodulation;  
   iii) selektives elektrisches Ansteuern vorbestimmter punktförmiger Lichtquelleneinrichtungen zum Erzielen einer Leuchtfrequenzmodulation. 30  
 58. Farblichtsystm nach Anspruch 57, dadurch gekennzeichnet, daß jede einzelne Beleuchtungsvorrichtung über eine eigene darin integrierte Steuerelektronik verfügt.  
 59. Farblichtsystm nach Anspruch 58, dadurch gekennzeichnet, daß die jeweilige Steuerelektronik einen Farbprozessor enthält. 35  
 60. Farblichtsystm nach Anspruch 59, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbprozessoren über eine Busleitung mit einem Zentralprozessor verbunden sind.  
 61. Farblichtsystm nach Anspruch 59 oder 60, dadurch gekennzeichnet, daß die Farbprozessoren drahtlos ansteuerbar sind. 40

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen



\* Fig. 1

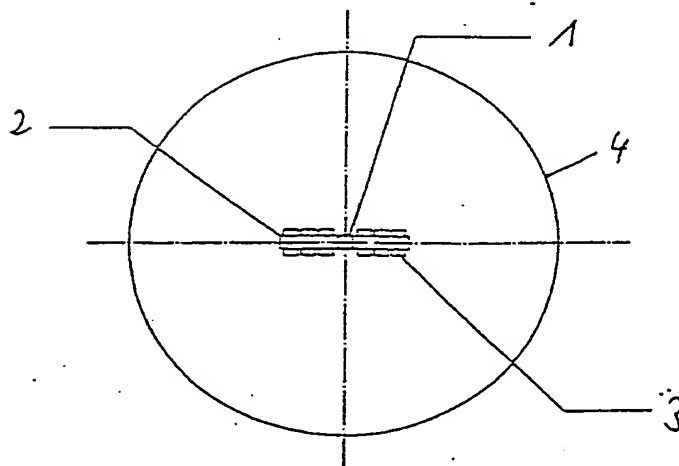
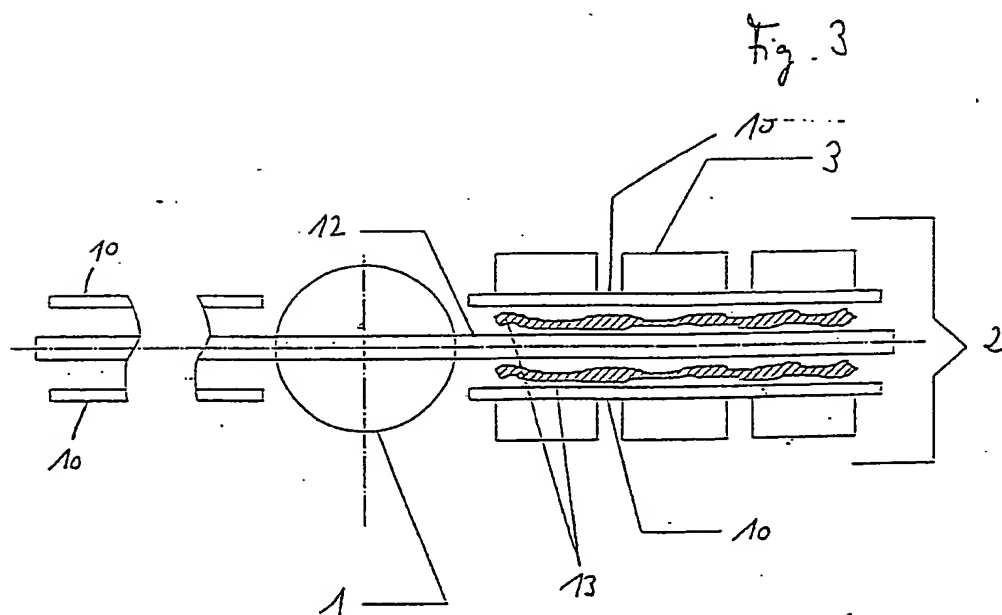
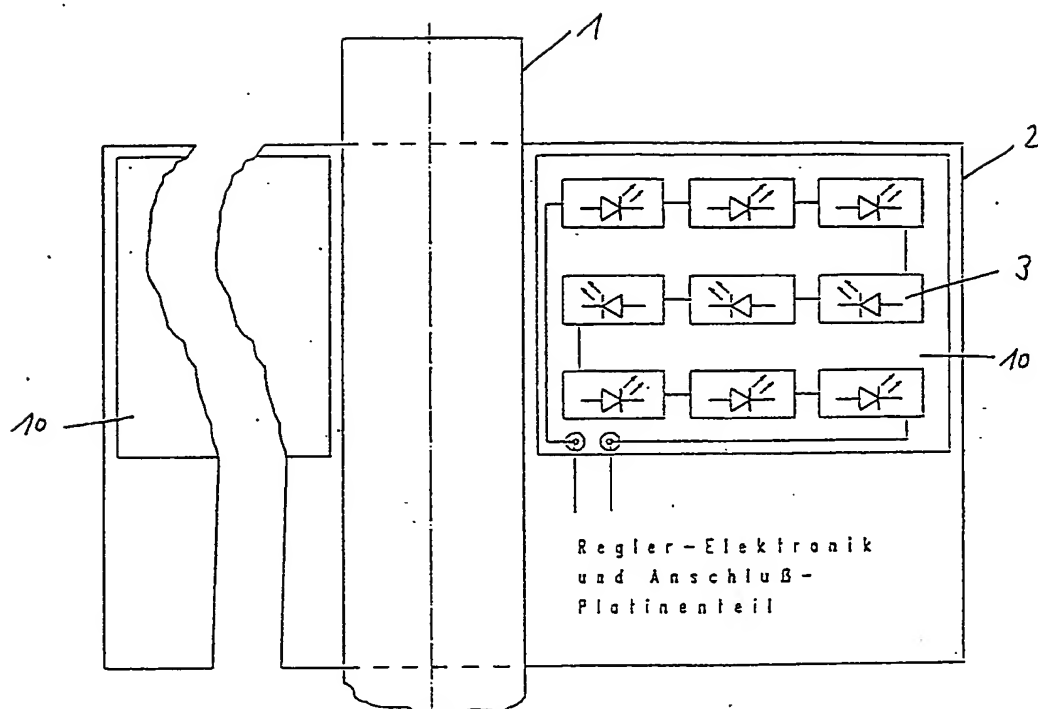


Fig. 2



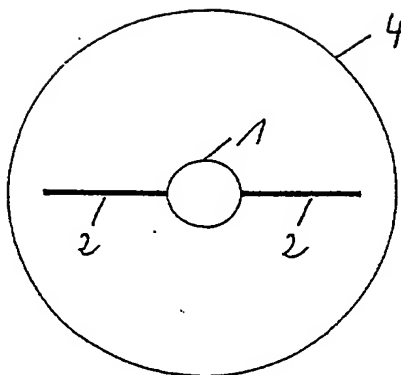


Fig. 5

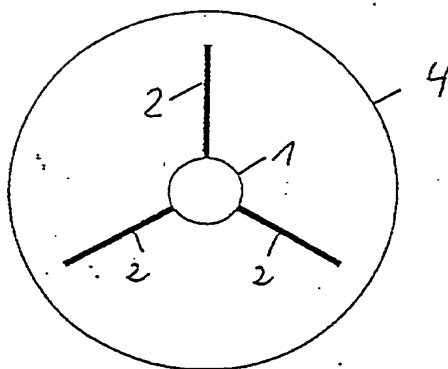


Fig. 6

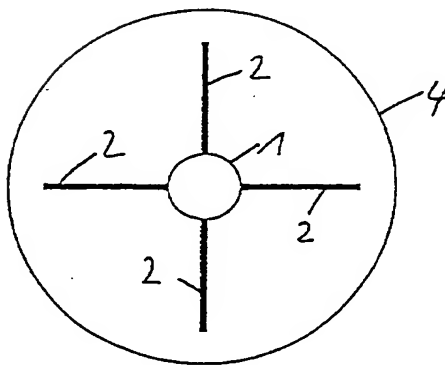
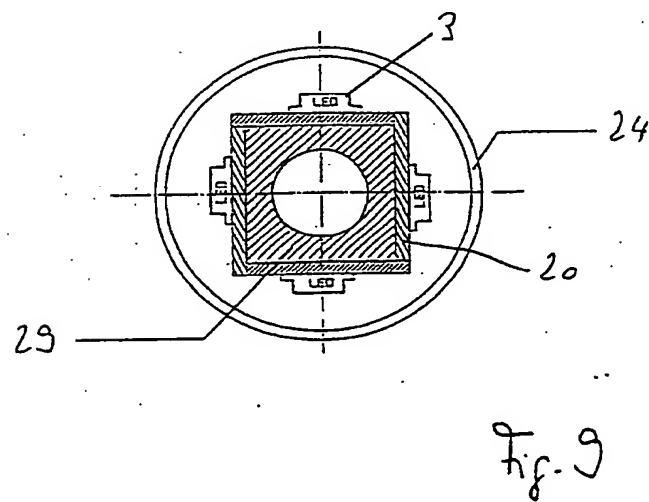
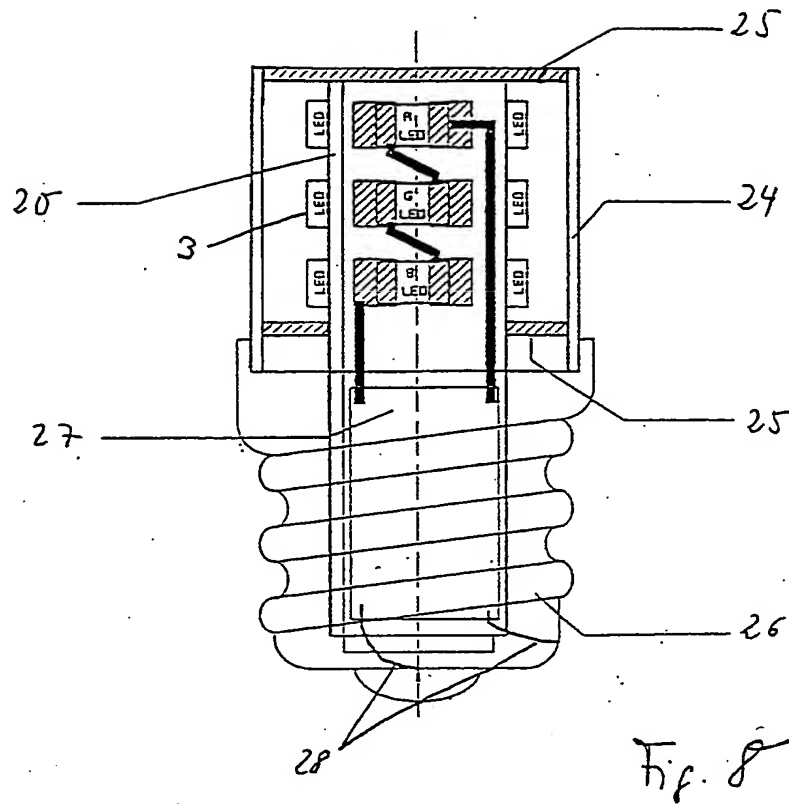


Fig. 7





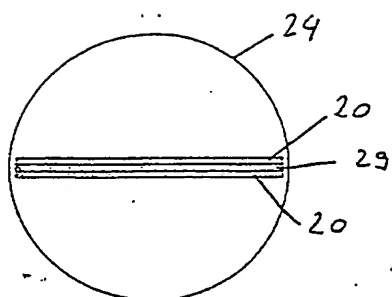


Fig. 10

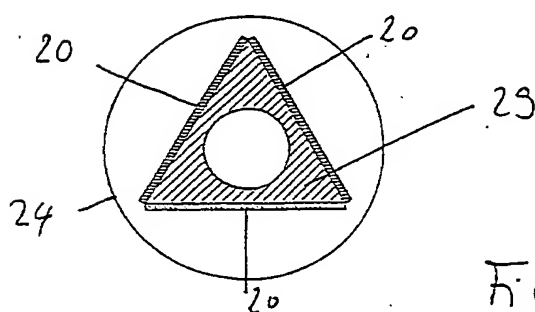


Fig. 11

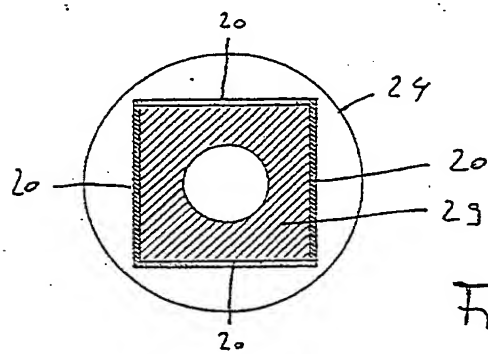


Fig. 12

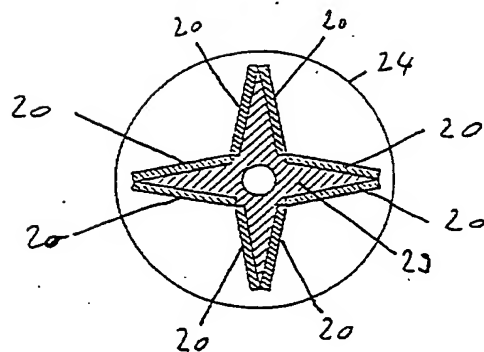


Fig. 13

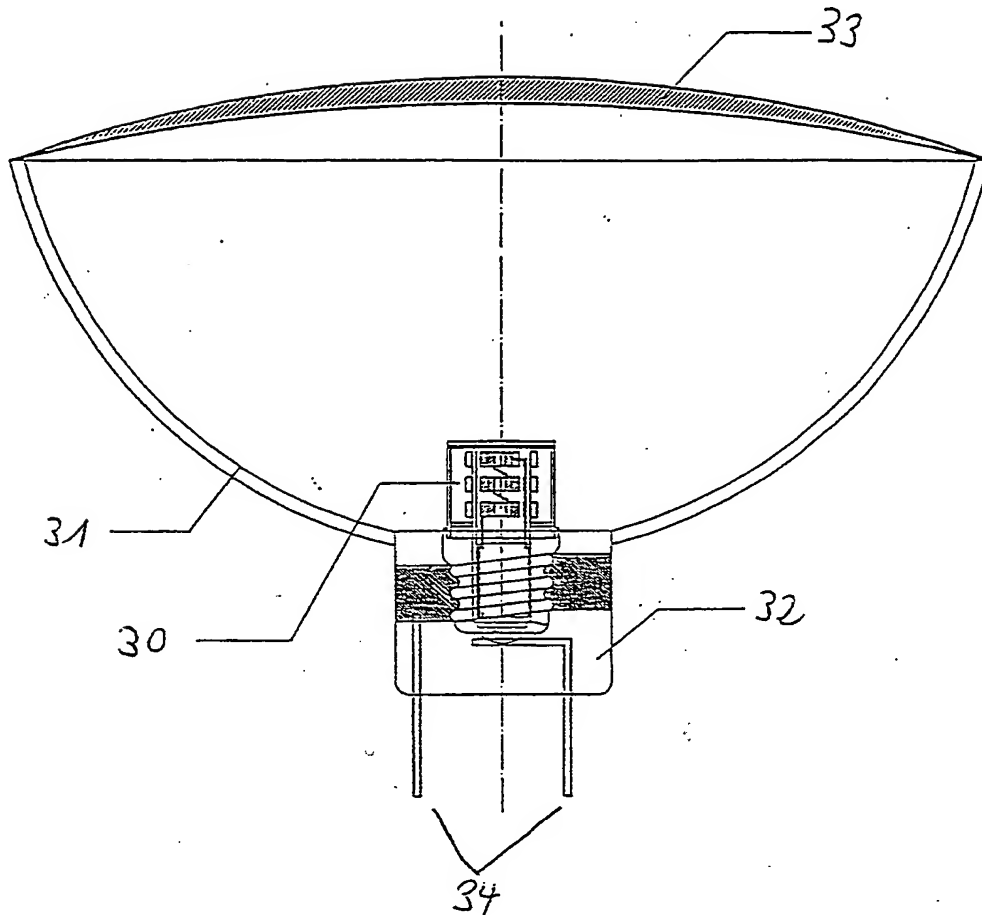


Fig. 14

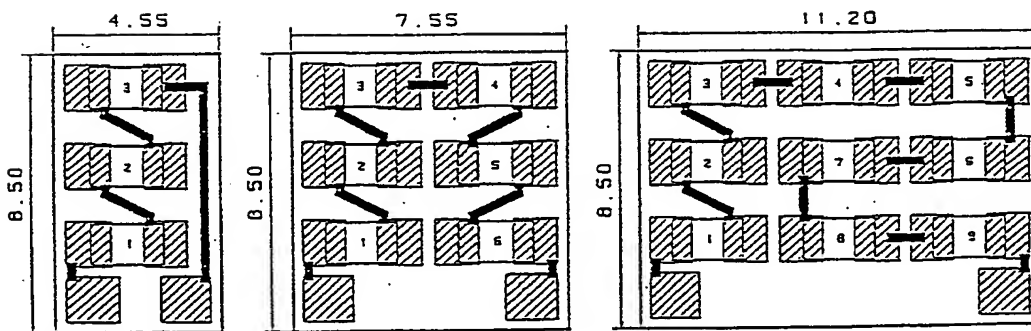


Fig. 15

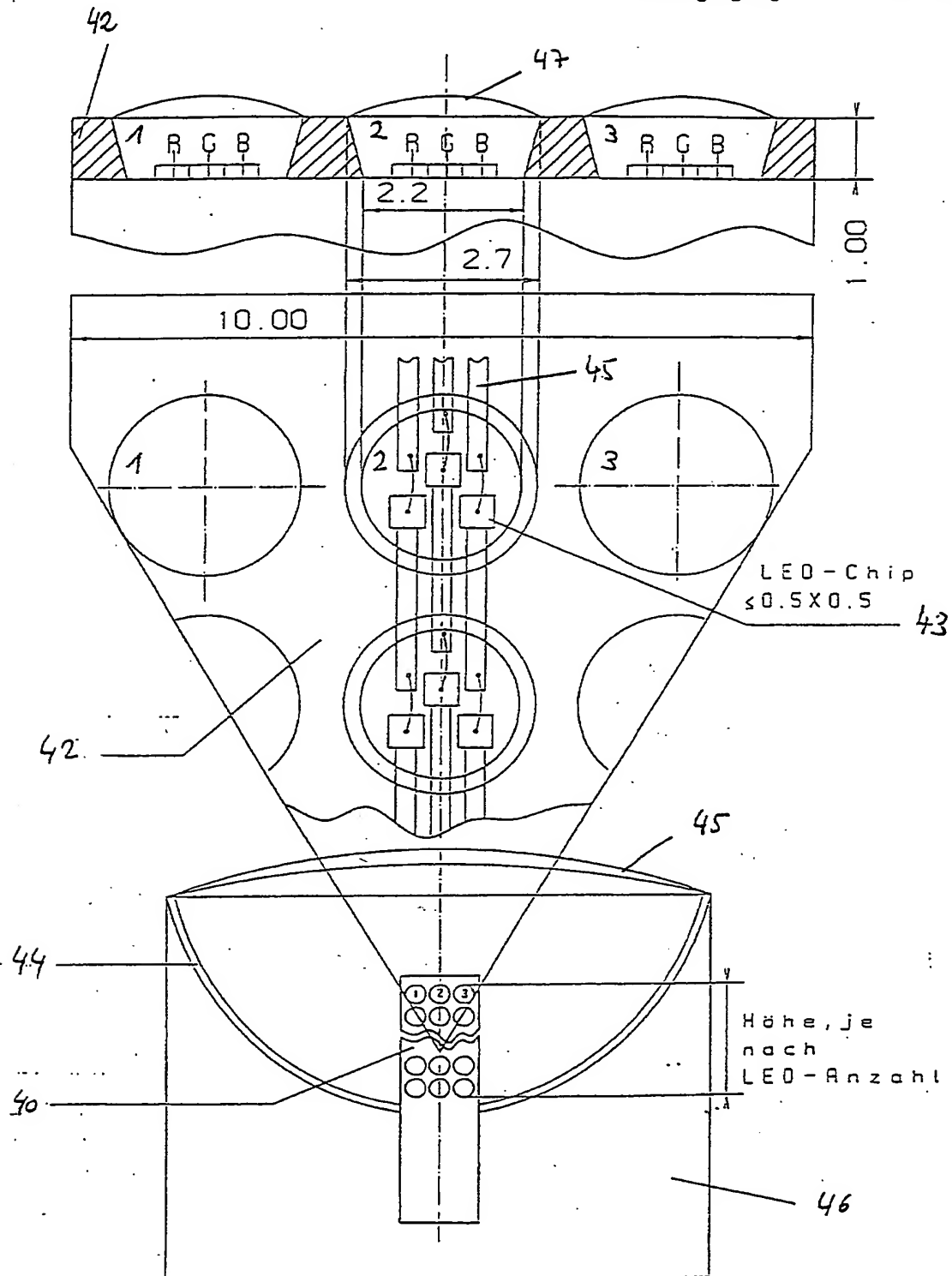
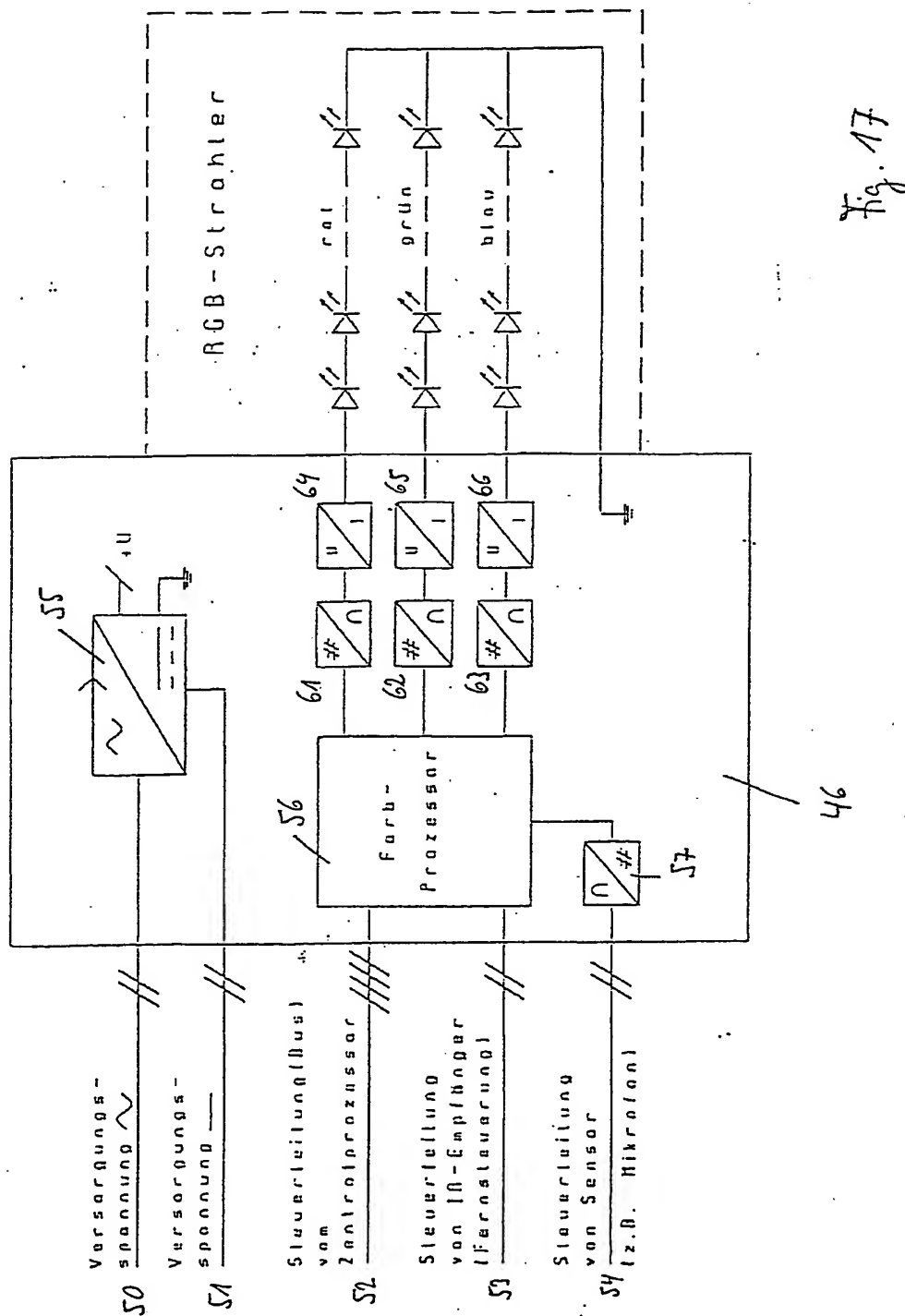
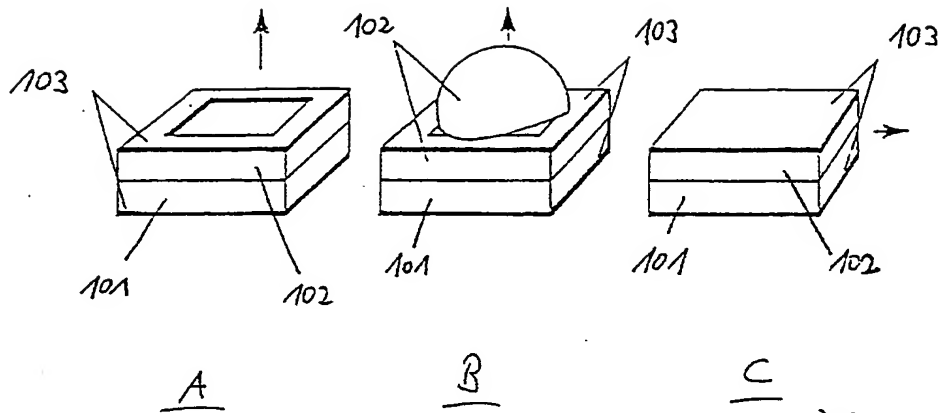


Fig. 16





C Fig. 18

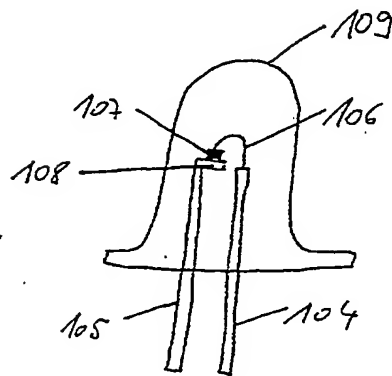


Fig. 19